第 42 卷 第 3 期
1999 年 8 月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol.42, No.3
Aug., 1999

长爪沙鼠寄生蚤指数和气象因子关系的研究*

李仲来
（北京师范大学数学系，北京 100875）
陈 德
（内蒙古包头市地方病防治办公室，包头 014010）

摘要 根据内蒙古自治区土默特平原 1983～1985 年长爪沙鼠 *Meriones unguiculatus* 巢蚤、体蚤、洞干蚤指数和 6 项气象资料进行分析，得到如下结果。① 共获蚤 11 种，其中秃病蚤蒙冀亚种 *Nosopsyllus laeviceps kuzenkovi*（67.50%）是优势种，二齿新蚤 *Neopsylla bidentatiformis*（22.65%）为次优势种。② 3 种蚤指数的均值差异显著（$P<0.0001$）。③ 体蚤与洞干蚤指数相关显著（$P<0.05$），模型为（洞干蚤指数）$=0.0049+0.0248$（体蚤指数），巢蚤与体蚤、巢蚤与洞干蚤指数的相关不显著（$P>0.25$）。④ 沙鼠密度与 3 种蚤指数的相关均不显著（$P>0.10$）。⑤ 在巢蚤中，月温度是影响巢秃病蚤唯一的气象因子（$P<0.05$）。⑥ 分别求出鼠体的秃病蚤和同形客蚤指名亚种 *Xenopsylla conformis conformis* 与气象因子的最优回归子集（$P<0.003$、$P<0.05$），洞干的秃病蚤和二齿新蚤与气象因子的最优回归子集（$P<0.0007$、$P<0.01$），月蒸发量是影响秃病蚤的最重要因子。⑦ 春季与冬季、夏季与冬季巢蚤指数差异显著（$P<0.05$）；春季与冬季、夏季与冬季体蚤指数差异显著（$P<0.05$）；春季与冬季、夏季与秋季、夏季与冬季洞干蚤指数差异显著（$P<0.05$）。

关键词 巢蚤，体蚤，洞干蚤，秃病蚤蒙冀亚种，长爪沙鼠，气象因子

蚤类全年世代研究，特别是冬季生态，结合不同地区的主要寄生宿主及其媒介进行分析，是前苏联 60～70 年代以来的新动向[1]，我国在 70 年代开始填补空白。关于长爪沙鼠 *Meriones unguiculatus*（简称沙鼠）的蚤类数量动态的初步描述，已有的逐月调查报道有李效岚（调查地点和时间：宁夏灵武县，1974 年 6 月～1975 年 5 月），秦长育等（宁夏陶乐县，1979 年 5 月～1980 年 6 月），刘纪有等（内蒙古四子王旗，1979 年 5 月～1981 年 4 月），陈德（内蒙古土默特平原，1983 年 4 月～1985 年 12 月），张万荣等（内蒙古鄂托克前旗，1985 年4 月～1986 年 3 月）[2～6]，李仲来等讨论了不同年度沙鼠体蚤数量和气象因子的关系[7]，关于在不同月份沙鼠巢蚤、体蚤、洞干蚤指数的关系，与气象因子的关系，在不同季节蚤指数间的关系报道少见。本文对此进行了研究。

1 材料和方法

样地位于内蒙古自治区土默特平原，40°28′～40°38′N，109° 23′～110°47′E。调查区北侧

* 国家自然科学基金资助项目（39570638）
1997-07-03 收稿，1997-09-02 收修改稿

的乌拉山和大青山高出平原约 1 000 m，使平原与北部的内蒙古高原截然分开；南临黄河与鄂尔多斯高原。平原北半部为山前洪积冲积平原，南半部为黄河冲积平原。地形由南向北缓缓升高，海拔约 1 000～1 300 m。土壤为栗钙土。根据土壤、地形、植被将调查区分为 4 种栖息地类型：①本氏针茅 *Stipa bungeana*、三芒草 *Aristida adscensionis*、糙隐子草 *Cleistogenes squarrosa*、狭叶锦鸡儿 *Caragena stenophylla* 砾质壤土山前坡麓；②羊草 *Aneurolepidium chinense*、冷蒿 *Artemisia frigida*、牛枝子 *Lespedeza potaninii* 沙土壤山前洪积冲积平原平原；③盐爪爪 *Kalidium gracile*、白刺 *Nitraria sibirica*、芨芨草 *Achnatherum splendens*、羊草壤土盐化草甸；④沙蓬 *Agriophyllum squarrosum*、绵蓬 *A. arenarium*、雾冰藜 *Bassia dasyphylla* 等沙生植物为主的半固定、固定起伏沙地。四种不同类型地理景观呈带状分布，沙鼠在各类栖息地均有广泛分布。

在 4 种栖息地内，1983 年 4～11 月、1984～1985 年每月进行沙鼠和蚤指数调查。调查方法：以 hm^2 为单位，采用 1 天弓形铗法捕鼠，每月调查 5 hm^2。在此期间，每月随机挖有效沙鼠巢穴约 30 个，将鼠洞剖开后，取巢垫物及表面巢土一起装入布袋，在检蚤室检蚤，对获得的蚤鉴定分类。计算公式：y_1 = 巢蚤指数 = 总蚤数/总检巢数，某种巢蚤指数 = 某种蚤数/总检巢数。对捕获活体沙鼠，每月随机抽取约 230 只，单只袋装，在检蚤室用乙醚麻醉后，用篦子或毛刷梳蚤，对获得的蚤鉴定分类，计算公式：y_2 = 体蚤指数 = 总蚤数/总检鼠数，某种蚤指体数 = 某种蚤数/总检沙鼠数。每月随机抽取沙鼠洞干约 540 个，用白绒布包制的软胶管探入洞道 30～40 cm，停留半分钟，每洞连探 3 次，对获得的蚤在昆虫室检蚤，鉴定分类。计算公式：y_3 = 洞干蚤指数 = 总蚤数/总探洞数，某种洞干蚤指数 = 某种蚤数/总探洞数。气象数据取自包头气象站。气象因子取：x_1 = 月均气温、x_2 = 月均相对湿度、x_3 = 月降水量、x_4 = 月均地表温度（0cm）、x_5 = 月蒸发量、x_6 = 月日照时数。

分析方法：①对巢蚤、体蚤、洞干蚤指数作方差分析（ANOVA，Analysis of variance），再作多重检验（LSD 法，Lowest significant difference）。②对 3 种蚤指数作相关分析；对沙鼠密度与 3 种蚤指数作相关分析。③用全回归分别求 3 种蚤指数与气象因子的最优回归子集后，再分别求出巢蚤、体蚤、洞干蚤的优势种和次优势种（或常见种）与气象因子的最优回归子集。④按 4～5 月、6～8 月、9～10 月、11 月至翌年 3 月划分春夏秋冬四季，分别对 3 种蚤指数作 ANOVA，再作多重检验（LSD 法）。计算均用 SAS（Statistical Analysis System）软件完成。

2　结果与讨论

开展蚤指数的逐月调查，对研究蚤类动态规律有重要意义，但需要花费大量的人力物力和财力。近 10 年来，此项工作在我国已少见。本文选内蒙古土默特平原的逐月监测资料，主要原因是它在现有资料中调查时间最长和较完整，除内蒙古四子王旗资料为 2 年外，其余均为 1 年。鉴于文献[2～6]多为描述性研究，本文对其进行更深入的研究。

2.1　基本统计分析

32 个月共检沙鼠 7 430 只，月均 232 只，共挖巢 1 004 个，月均 31 个，获巢蚤总数 6 134 只，月均 192 只；获体蚤总数1 759只，月均 55 只；共探洞17 584个，月均 550 个，获洞干蚤

总数158只，月均5只，且有关系：巢蚤指数均值＞体蚤指数均值＞洞干蚤指数均值。对巢蚤、体蚤、洞干蚤指数作ANOVA（$F=18.56$，$P<0.001$），即3种蚤指数均值差异极为显著。再作多重检验（LSD法），知巢蚤与体蚤、巢蚤与洞干蚤、体蚤与洞干蚤指数、均值差异极为显著（$P<0.001$），其结果用字母标记法[8]（表1），且表1是按月、四季蚤指数均值从大到小排列的。

表1 沙鼠巢蚤、体蚤和洞干蚤季节指数

Table 1 Seasonal index of burrow nest, body and burrow track flea of *Meriones unguiculatus*

分类 Classify	蚤指数(只) Flea index (No)	$x \pm s$(只) $x \pm s$(No)	LSD	范围(只) Range(No)	变异系数(%) CV(%)
月 Month	巢 Burrow nest	8.349 ± 10.825	a	1.056～59.000	129.66
月 Month	体 Body	0.190 ± 0.178	b	0.000～0.646	93.68
月 Month	洞干 Burrow track	0.010 ± 0.011	c	0.000～0.038	111.46
冬季 Winter	巢 Burrow	14.302 ± 16.474	a	4.125～59.000	115.18
秋季 Autumn	巢 Burrow	8.011 ± 5.164	ab	2.278～15.600	64.46
夏季 Summer	巢 Burrow	4.543 ± 3.151	b	1.059～9.167	69.34
春季 Spring	巢 Burrow	3.479 ± 2.922	b	1.056～8.750	84.00
春季 Spring	体 Body	0.282 ± 0.232	a	0.000～0.494	82.15
夏季 Summer	体 Body	0.281 ± 0.221	a	0.000～0.646	78.75
秋季 Autumn	体 Body	0.148 ± 0.060	ab	0.034～0.199	40.32
冬季 Winter	体 Body	0.088 ± 0.074	b	0.000～0.222	83.94
夏季 Summer	洞干 Burrow track	0.020 ± 0.010	a	0.010～0.038	48.77
春季 Spring	洞干 Burrow track	0.014 ± 0.009	ab	0.006～0.029	62.24
秋季 Autumn	洞干 Burrow track	0.007 ± 0.004	b	0.001～0.014	67.69
冬季 Winter	洞干 Burrow track	0.000 ± 0.000	b	0.000～0.000	

巢蚤、体蚤、洞干蚤共获蚤4科7属11种，其中禿病蚤蒙冀亚种 *Nosopsyllus laeviceps kuzenkovi*（简称禿病蚤，67.50%）是优热种，二齿新蚤 *Neopsylla bidentatiformis*（22.65%）为次优势种，其余蚤种为同形客蚤指名亚种（简称同形客蚤）*Xenopsylla conformis conformis*、不常纤蚤 *Rhadinopsylla insolita*、弱纤蚤 *R. tanella*、方形黄鼠蚤蒙古亚种 *Citellophilus tesquorum mongolicus*、角尖眼蚤指名亚种 *Ophthalmopsylla praefecta praefecta*、短跗鬃眼蚤 *O. kukuschkini*、光亮额蚤 *Frontopsylla luculenta*、阿巴盖新蚤 *N. abagaitui*、前凹眼蚤 *O. jettmari* 为常见种和少见种。将巢蚤、体蚤、洞干蚤的优势种和常见种排序，巢蚤：禿病蚤66.3%、二齿新蚤25.0%、不常纤蚤5.5%、其它蚤3.2%；体蚤：禿病蚤74.4%、同形客蚤9.6%、二齿新蚤7.6%、其它蚤8.4%；洞干蚤：禿病蚤77.8%、二齿新蚤8.2%、同形客蚤7.6%、其它蚤6.3%。

2.2 相关分析

经计算得：巢蚤与体蚤指数的相关系数 $r=-0.1211$，$P=0.5090$、巢蚤与洞干蚤指数

$r=-0.2747, P=0.1281$、体蚤与洞干蚤指数 $r=0.4142$，$P=0.0184$，知体蚤与洞干蚤指数相关显著（$P<0.05$），模型为（洞干蚤指数）$=0.0049+0.0248$（体蚤指数）。

沙鼠密度与巢蚤指数的相关系数 $r=-0.1289$，$P=0.4820$、鼠密度与体蚤指数 $r=0.2818$，$P=0.1181$、鼠密度与洞干蚤指数 $r=0.0150$，$P=0.9351$，知沙鼠密度和 3 种蚤指数均不相关（$P>0.10$）。放宽标准：鼠密度与巢蚤、体蚤指数有一定的相关（$0.11<P<0.13$），但未达到显著性检验标准（$P<0.05$）。

2.3 巢蚤、体蚤、洞干蚤指数与气象因子的最优回归子集

巢蚤指数 y_1 与气象因子 $x_1 \sim x_6$ 的回归模型不显著（$F=0.84$，$P=0.5500$）。求巢蚤指数与 $x_1 \sim x_6$ 的最优回归子集，仅得温度对巢蚤有显著影响（$F=5.42$，$P=0.0269$）。再分别考虑：① 巢蚤中优势种秃病蚤与 $x_1 \sim x_6$ 的回归模型不显著（$F=0.73$，$P=0.6329$）。求秃病蚤与 $x_1 \sim x_6$ 的最优回归子集，仅得秃病蚤指数 $=8.4480-0.2870x_1$（$F=4.58$，$P=0.0406$）。② 巢蚤中次优势种二齿新蚤与 $x_1 \sim x_6$ 的最优回归子集均不显著（$P>0.50$）。由此说明气象因子对巢蚤指数无综合影响，只有温度对秃病蚤有显著影响（$P<0.05$）。由于温度的系数是负值，即温度越高，秃病蚤指数越低；反之亦然。

利用全回归建立体蚤指数 y_2 与 $x_1 \sim x_6$ 的 6 个最优回归子集均满足 $P<0.003$（模型略）。分别考虑体蚤优势种秃病蚤和常见种同形客蚤与 $x_1 \sim x_6$ 的回归模型见表 2 的(1)～(6)和(13)～(18)。例如表 2 的（2），回归模型：体秃病蚤指数 $=0.1786-0.0032x_2+0.00076x_5$，此式是从两个因子的 21 个回归模型中按复相关系数的平方 R^2，选出最大的一个所得，其余类推。洞干蚤指数 y_3 与 $x_1 \sim x_6$ 的最优回归子集均满足 $P=0.0001$（模型略）。分别考虑洞干蚤的优势种秃病蚤和常见种二齿新蚤与 $x_1 \sim x_6$ 的回归模型见表 2 的(7)～(12)和(19)～(24)。

由于最优回归子集均能显著地预测体蚤指数（$P<0.003$）和洞干蚤指数（$P<0.0001$），故气象因子对体蚤指数的影响小于洞干蚤指数。

先考虑气象因子对沙鼠体蚤和洞干蚤的优势种秃病蚤的影响．由表 2 的模型（1）～(12)，① 蒸发量全部入选，表明它是影响秃病蚤指数的最重要因子，其系数为正，即蒸发量越高，鼠体和洞干的秃病蚤越多，反之亦然；② 日照时数、湿度和温度是影响秃病蚤的主要因子（分别入选 9、9、6 次），由于日照的系数是负值，即日照时数越多，沙鼠体和洞干的秃病蚤越少；湿度与鼠体秃病蚤的系数为负，即湿度越高，沙鼠体的秃病蚤越少；湿度与洞干的秃病蚤的系数为正，即湿度越高，沙鼠洞干的秃病蚤越多；温度与鼠体秃病蚤的系数为正，即温度越高，沙鼠体的秃病蚤越多；温度与洞干的秃病蚤的系数为负，即温度越高，沙鼠洞干的秃病蚤越少；③ 降水量和地表温度对体蚤和洞干蚤的影响最小（入选 4、2 次），降水的系数为负，即降水多时，沙鼠体和洞干的秃病蚤少；地表温度的系数为正，即地表温度高时，沙鼠体和洞干的秃病蚤多。

再考虑气象因子对沙鼠体蚤的常见种同形客蚤的影响，由表 2 的模型(13)～(18)，①蒸发量全部入选，表明它是影响同形客蚤指数的最重要因子，其系数为正，即蒸发量越高，同形客蚤越多；②温度、降水量、日照时数是影响秃病蚤的主要因子（均入选 4 次）且系数均为负，即温度越高、降水量和日照时数越多时，沙鼠体的同形客蚤越少；③湿度和地表温度对同

形客蚤的影响最小（入选 2、1 次）且系数均为正，即湿度和地表温度高时，同形客蚤指数高。

最后考虑气象因子对洞干蚤的常见种二齿新蚤的影响 . 由表 2 的模型(19)～(24)，①降水量和地表温度是影响二齿新蚤指数的主要因子（均入选 5 次），降水量系数为负，即降水量越高，二齿新蚤指数越低；地表温度系数为正，即地表温度越高，二齿新蚤指数越高；②温度和湿度是影响二齿新蚤的次要因子（入选 4、3 次），温度系数为负，即温度越高，二齿新蚤指数越低；湿度系数为正，即湿度越高，二齿新蚤指数越高；③蒸发量和日照时数对二齿新蚤的影响较小（均入选 2 次）且系数均为正，即蒸发量大和日照时数高时，二齿新蚤指数高。

表 2 含 $i(i=1,2,\cdots,6)$个气象因子的最优回归模型

Table 2 Optimum regression models of $i(i=1,2,\cdots,6)$ meteorological factors

指数 Index	(i)	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	F	P
体秃病蚤	(1)	0.0138					$0.0^{3}78$*		18.48	0.0002
N. l.	(2)	0.1786		-0.0032			0.0376		11.42	0.0002
kuzenkovi	(3)	0.5541		-0.0039			0.0012	-0.0016	9.96	0.0001
of body	(4)	0.7937	0.0052	-0.0060			$0.0^{3}78$	-0.0020	7.55	0.0003
	(5)	0.7710	0.0056	-0.0055	$-0.0^{3}31$		$0.0^{3}79$	-0.0020	5.89	0.0009
	(6)	0.7851	0.0049	-0.0056	$-0.0^{3}30$	$0.0^{3}97$	$0.0^{3}75$	-0.0021	4.72	0.0024
洞干秃病蚤	(7)	-0.0035					$0.0^{4}64$		35.07	0.0001
N. l.	(8)	0.0118					$0.0^{4}86$	$-0.0^{4}74$	19.44	0.0001
kuzenkovi	(9)	0.0077		$0.0^{4}60$			$0.0^{4}85$	$-0.0^{4}69$	12.73	0.0001
of burrow	(10)	-0.0028	$-0.0^{3}23$	$0.0^{3}15$			$0.0^{3}11$	$-0.0^{4}52$	9.38	0.0001
track	(11)	-0.0040	$-0.0^{3}21$	$0.0^{3}18$	$-0.0^{4}16$		$0.0^{3}11$	$-0.0^{4}52$	7.28	0.0002
	(12)	-0.0009	$-0.0^{3}36$	$0.0^{3}16$	$-0.0^{4}15$	$0.0^{3}21$	$0.0^{4}97$	$-0.0^{4}58$	5.86	0.0006
体同形客蚤	(13)	-0.0135					$0.0^{3}16$		12.41	0.0014
X. c.	(14)	-0.0264	-0.0013				$0.0^{3}29$		7.21	0.0029
conformis	(15)	0.0427			$-0.0^{3}17$		$0.0^{3}27$	$-0.0^{3}27$	5.29	0.0051
of body	(16)	0.0309	$-0.0^{3}60$		$-0.0^{3}12$		$0.0^{3}32$	$-0.0^{3}25$	3.92	0.0123
	(17)	-0.0090	-0.0012	$0.0^{3}43$	$-0.0^{3}15$		$0.0^{3}37$	$-0.0^{3}19$	3.09	0.0254
	(18)	0.0068	-0.0020	$0.0^{3}32$	$-0.0^{3}14$	0.0011	$0.0^{3}33$	$-0.0^{3}22$	2.51	0.0489
洞干二齿	(19)	$-0.0^{3}24$					$0.0^{5}60$		14.75	0.0006
新蚤	(20)	$0.0^{3}45$			$-0.0^{4}10$	$0.0^{4}62$			9.74	0.0006
N. biden-	(21)	$0.0^{3}34$	$-0.0^{3}12$		$-0.0^{5}80$	$0.0^{3}17$			7.24	0.0010
tatiformis of	(22)	$-0.0^{3}31$	$-0.0^{3}14$	$0.0^{4}13$	$-0.0^{4}10$	$0.0^{3}18$			5.45	0.0024
burrow track	(23)	-0.0024	$-0.0^{3}14$	$0.0^{4}22$	$-0.0^{4}10$	$0.0^{3}17$		$0.0^{5}69$	4.44	0.0047
	(24)	-0.0036	$-0.0^{3}14$	$0.0^{4}33$	$-0.0^{4}10$	$0.0^{3}14$	$0.0^{5}35$	$0.0^{5}83$	3.63	0.0099

* $0.0^{3}78=0.00078$，下同 The same below

除上面讨论的蚤种外，沙鼠巢蚤、体蚤和洞干蚤其它常见种和少见种所占的比例很小，气象因子对其影响的讨论略。

2.4　四季蚤指数比较

表 1 巢蚤、体蚤和洞干蚤指数的变异系数较大，其原因是未按季节考虑。以下按月平均温度划分四季：温度在（0～20)℃为春季和秋季，≥20℃为夏季，≤0℃为冬季，春夏秋冬四季划分为 4～5、6～8、9～10、11 月至翌年 3 月。这与按 3～5，6～8，9～11，12～2 月划分四季[9]的区别在于冬季加长 2 个月，而恰在 11 月至翌年 3 月，未检到洞干蚤。未检到体蚤的有 3 个月份（1986 年 8 月；1984 年 3 月和 4 月)。①对巢蚤指数作 ANOVA，$F=2.08$，$P=0.1249$。金重检验（LSD 法）：春季与冬季、夏季与冬季蚤指数差异显著（$P<0.05$)，其余季节之间差异不显著（$P>0.05$)；②对体蚤指数作 ANOVA（表 1)，$F=3.17$，$P=0.0396$。多重检验（LSD 法）：春季与冬季、夏季与冬季蚤指数差异显著（$P<0.05$)，其余季节之间差异不显著（$P>0.05$)；③对洞干蚤指数作 ANOVA，$F=16.29$，$P<0.0001$。多重检验（LSD 法）：春季与科季、夏季与秋季、夏季与冬季蚤指数差异显著（$P<0.05$)，其余季节之间差异不显著（$P>0.05$)。

参　考　文　献（References）

1　柳支英主编．中国动物志昆虫纲蚤目．北京：科学出版社，1986：48～50

2　李效岚．长爪沙鼠蚤群组成与季节数量变动．中华流行病学杂志，1982，(鼠疫论文专辑Ⅰ)：159

3　秦长育，李枝林，张维太等．宁夏荒漠草原长爪沙鼠寄生蚤数量消长调查．中华流行病学杂志，1985，(鼠疫论文专辑Ⅱ)：136

4　刘纪有．内蒙古北部荒漠草原地区沙土鼠寄生蚤类的季节消长．昆虫学报，1986，29（2)：167～173

5　陈　德．土默特平原长爪沙鼠主要寄生蚤生态学特点及流行病学意义．内蒙古地方病防治研究，1992，19（2)：59～61

6　张万荣，李忠元，胡全林等．鄂尔多斯鼠疫自然疫源地主要蚤类的媒介意义．中国媒介生物学及控制杂志，1991，2（5)：312～315

7　李仲来，张万荣，马立名．蚤数量与宿主数量和气象因子的关系．昆虫学报，1995，38（4)：442～447

8　刘来福，程书肖．生物统计．北京：北京师范大学出版社，1988：256

9　王文辉主编．内蒙古气候．北京：气象出版社，1990：54

STUDIES ON RELATIONSHIPS AMONG PARASITIC FLEA INDEX OF *MERIONES UNGUICULATUS* AND METEOROLOGICAL FACTORS

Li Zhonglai
(Department of Mathematics, Beijing Normal University, Beijing 100875)
Chen De
(Baotou City Office of Endemic Disease Control and Research, Baotou 014010)

Abstract According to the burrow flea index, body flea, burrow track flea of the *Meriones unguiculatus* and the six meteorological factors in Tumete plain, Inner Mongolia Autonomous Region during 1983～1985, it was found that ① there were eleven flea species, with *Nosopsyllus laeviceps kuzenkovi* (67.50%) as the dominant species, *Neopsylla bidentatiformis* (22.65%) came second; ② the differences of the mean values among the three kinds flea index were significant ($P<0.0001$); ③ the correlation between the body flea and burrow track was significant ($P<0.05$), i.e., (burrow track flea index) $=0.0049+0.0282$ (body flea index), the correlations between the burrow flea and the body flea and between the burrow flea and the burrow track flea were not significant ($P>0.25$) respectively; ④ the correlation between the density of *M. unguiculatus* and the three kinds flea index was not significant ($P>0.10$); ⑤ the monthly mean temperature was the only meteorological factor affecting the *N. l. kuzenkovi* of the burrow flea ($P<0.05$); ⑥the optimum regression subsets of multiple linear regression among the body flea (*N. l. kuzenkovi* and *Xenopsylla conformis conformis*) and the meteorological factors ($P<0.003$ and $P<0.05$), and among the burrow track flea (*N. l. kuzenkovi* and *N. bidentatiformis*) and the meteorological factors ($P<0.0007$ and $P<0.01$) were conducted, and the monthly evaporation was a main factor affecting the *N. l. kuzenkovi* of the body flea and the burrow track flea; ⑦ the differences in burrow flea indexes between spring and winter and between summer and winter were significant ($P<0.05$), the differences in body flea indexes between spring and winter and between summer and winter were significant ($P<0.05$), the differences in burrow track flea indexes between spring and winter, between summer and autumn and between summer and winter were significant ($P<0.05$).

Key words rat burrow flea, rat body flea, rat burrow track flea, *Nosopsyllus laeviceps kuzenkovi*, *Meriones unguiculatus*, meteorological factor